9 тема. Накопление капитала и экономический рост

1. Сущность и источники экономического роста
2. Модель Солоу
3. Оптимальный запас капитала и золотое правило накопления

1. Сущность и источники экономического роста

Экономический рост - один из центральных вопросов макроэкономики.

Под *экономическим ростом*, как правило, понимается долгосрочная тенденция развития таких показателей, как реальный выпуск (ВВП) и реальный выпуск на душу населения.

В течение последних двух столетий большинство экономик мира демонстрировали стабильный экономический рост.

Они имели возрастающую долгосрочную тенденцию развития выпуска на душу населения.

Начиная с середины XIX в. мировая экономика в среднем росла на 3% ежегодно.

Данный феномен получил название *современного экономического роста*.

Экономический рост увеличивает уровень доходов на душу населения, что, в свою очередь, приводит к росту уровня жизни населения.

Несмотря на то, что вся мировая экономика показывает стабильные темпы роста, экономический рост сильно варьируется в различных регионах мира.

Современный экономический рост характеризуется рядом эмпирических закономерностей:

Н.Калдор вывел ряд *стилизованных фактов* роста:

- отношение капитал-выпуск остается примерно постоянным;
- производительность труда (отношение выпуска к труду) возрастает;
- реальная заработная плата растет вместе с производительностью;
- реальная ставка процента остается примерно неизменной.

Главной задачей макроэкономической теории роста является выявление источников и объяснение эмпирических закономерностей экономического роста, а также объяснение различий в темпах экономического роста между странами.

Источники экономического роста:

экономический рост – это долгосрочный тренд развития показателя выпуска или выпуска на душу населения.

Рост населения в экономике обычно считают заданным экзогенно.

Чтобы выявить источники экономического роста, необходимо проанализировать факторы, влияющие на выпуск в долгосрочном периоде.

В долгосрочном периоде выпуск полностью определяется производственными возможностями экономики, которые зависят от запаса капитала, количества трудовых ресурсов и уровня развития технологии:

Производственная функция:

$$Q = F(\underset{+}{K}, \underset{+}{L}, \underset{+}{T}), \qquad (1)$$

Q – конечный выпуск (товаров и услуг), *K* – капитал, *L* – трудовые ресурсы, *T* – переменная, отражающая технологический прогресс.

Обычно для анализа источников экономического роста используют следующий вид (спецификацию) производственной функции:

$$Q = T \cdot F(K, L) \qquad (2)$$

В этом случае прирост выпуска можно легко разложить по факторам – приросту запаса капитала, трудовых ресурсов и уровня технического прогресса:

$$dQ = dT \cdot F(K,L) + T \cdot MPK \cdot dK + T \cdot MPL \cdot dL \qquad (3),$$

где *MPK* (*MPL*) – предельный продукт капитала (труда):

$$MPK = \frac{\partial F(K,L)}{\partial K}$$

Поделив обе части уравнения (3) на $Q = T \cdot F(K,L)$ можно выразить темп прироста выпуска:

$$\frac{dQ}{Q} = \frac{dT}{T} + \frac{MPK \cdot K}{F(K,L)} \cdot \frac{dK}{K} + \frac{MPL \cdot L}{F(K,L)} \cdot \frac{dL}{L} \qquad (4)$$

В макротеории обычно предполагают, что экономика на макроуровне является конкурентной.

В этом случае предельные продукты труда и капитала равняются соответственно доходам на труд (т.е. реальной заработной плате) и доходам на капитал (реальной ставке процента).

Т.е. $\frac{MPL \cdot L}{F(K,L)} = s_L$ $\frac{MPK \cdot K}{F(K,L)} = s_K$

- долям труда и капитала в совокупном доходе.

Данные выражения являются эластичностью выпуска по труду и по капиталу соответственно. Если экономика характеризуется постоянной отдачей от масштаба, то сумма долей капитала и труда в совокупном доходе равна единице: $s_L + s_K = 1$.

В макроэкономических исследованиях, как правило, считают, что доля доходов на труд s_L примерно равна 65–75%, а доля доходов на капитал s_K – соответственно 25–35%.

Используя эти факты, можно переписать уравнение (4) в более компактной форме:

$$\frac{dQ}{Q} = \frac{dT}{T} + s_K \cdot \frac{dK}{K} + s_L \cdot \frac{dL}{L} \qquad (5)$$

Таким образом, темп роста выпуска является линейной комбинацией темпов роста капитала, труда и уровня технологического прогресса, причем увеличение капитала (труда) на 1% приводит к росту выпуска на s_K (s_L) процентов.

Можно получить выражение для темпа роста выпуска на душу населения:

$$\frac{d(Q/L)}{Q/L} = \frac{dT}{T} + s_K \cdot \frac{d(K/L)}{K/L} \qquad (6)$$

Таким образом, рост выпуска на душу населения зависит от роста уровня технологического прогресса и от роста запаса капитала на душу населения.

Показатель выпуска на душу населения может быть назван *производительностью труда*,

а запас капитала на душу населения – *фондовооруженностью труда*.

(*предполагаем, что трудовые ресурсы просто равны численности населения;*

это предположение не является слишком сильным, поскольку можно считать, что постоянная доля населения (причем, определяемая экзогенно) попадает в трудовые ресурсы).

Существует два основных источника экономического роста: накопление капитала и технологический прогресс.

Но…, если накопление капитала - вполне определенный процесс, который можно статистически отследить и измерить, то технологический прогресс – это нечто абстрактное.

Технологический прогресс можно определить, как улучшение производственной технологии, в результате которого можно произвести тот же объем выпуска из меньшего количества ресурсов.

Однако как измерять технологический прогресс остается одним из центральных вопросов в области анализа экономического роста.

Роберт Солоу предложил вычислять показатель прироста технологического прогресса в форме остатка, получившего название *остатка Солоу*

Эмпирические исследования показывают, что на темп прироста уровня технологического прогресса (на остаток Солоу) приходится более 80% вариации темпа прироста выпуска.

Изменения запасов капитала и труда могут объяснить лишь менее 20% изменения темпов прироста выпуска.

Это связано с тем, что уровень технологического прогресса измеряется в форме остатка, а, следовательно, включает в себя все факторы, отличные от запаса капитала и численности населения

В современных исследованиях:

1) в производственную функцию включаются дополнительные факторы:

   - труд делят по степени квалификации,

   - наряду с физическим капиталом учитывают человеческий капитал;

2) предполагается, что современная экономика обладает возрастающей отдачей от масштаба.

Это связано со значительными *положительными внешними эффектами* в современном информационном обществе и с накоплением человеческого капитала параллельно с накоплением физического капитала.

В результате, изменение фондовооруженности труда может вносить больший вклад в темп прироста выпуска на душу населения.

2. Модель Солоу

В 1956 г. Роберт Солоу предложил простую модель, выявляющую факторы экономического роста.

С тех пор эта модель стала классической, и с нее начинается большинство исследований в области экономического роста.

В модели Солоу рассматривается закрытая экономика, характеризующаяся неоклассической производственной функцией с постоянной отдачей от масштаба.

Предполагается, что технологический прогресс отсутствует. Население экономики растет с постоянным темпом равным n. Норма выбытия капитала равна δ.

Основная предпосылка модели состоит в том, что население сберегает постоянную долю s своего дохода.

Поскольку сбережения в закрытой экономике равны инвестициям, можно записать следующее динамическое условие изменения капитала:

$$\Delta K = I - \delta K = S - \delta K = sQ - \delta K = sF(K, L) - \delta K \quad (7)$$

В модели Солоу все переменные выражаются на единицу труда:

$$q = \frac{Q}{L} = \frac{F(K,L)}{L} = F(\frac{K}{L},1) = F(k,1) \quad \text{или} \quad q = f(k) \quad (8)$$

где q – выпуск на душу населения (производительность труда), k – капитал на душу населения (фондовооруженность труда), т.е. выпуск на душу населения является функцией только запаса капитала на единицу труда.

Изменение запаса капитала на единицу труда:

$$\Delta k = \Delta\left(\frac{K}{L}\right) = \frac{sF(K,L) - \delta K}{L} - nk = sf(k) - (n+\delta)\cdot k \qquad (9)$$

Обычно накопление капитала формально разделяют на две составляющих – *расширение капитала* и *углубление капитала*.

Под расширением капитала понимается та часть прироста капитала, которая идет на покрытие выбытия капитала и на обеспечение капиталом новых работников, т.е. .

$$(n+\delta)\cdot k$$

Оставшаяся часть прироста капитала называется углублением капитала. Именно углубление капитала увеличивает запас капитала на душу населения.

Равновесное состояние модели Солоу определяется таким уровнем запаса капитала на единицу труда, при котором данный показатель остается неизменным:

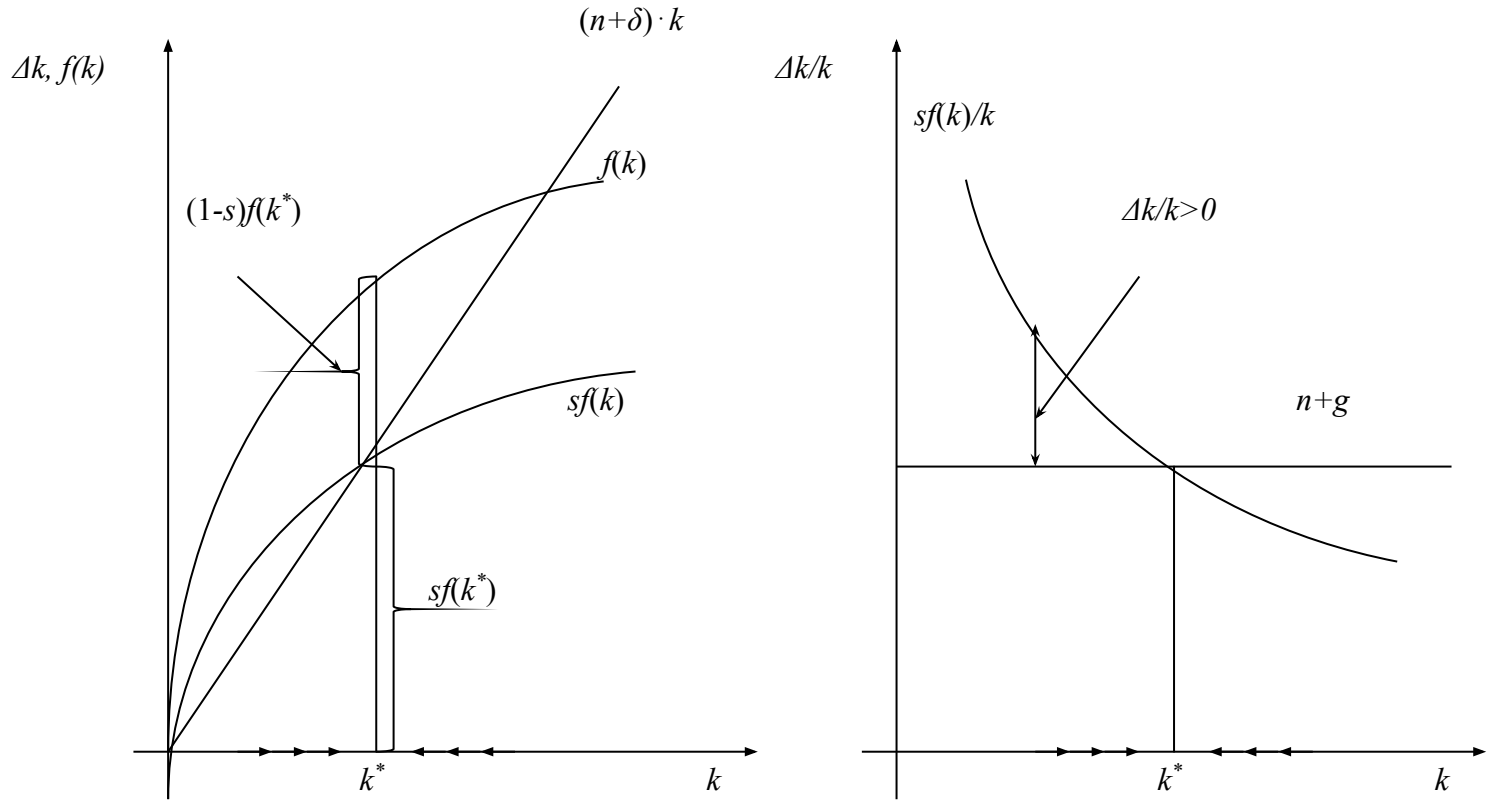
$$\Delta k = sf(k) - (n+\delta)\cdot k = 0 \quad \Rightarrow sf(k^*) = (n+\delta)\cdot k^* \quad (10),$$

k^* – равновесный уровень запаса капитала на единицу труда

Равновесный уровень запаса капитала также называют *устойчивым*, поскольку равновесие в модели Солоу обладает свойством устойчивости:

если запас капитала ниже равновесного, то капитал увеличивается; если запас капитала выше равновесного, то капитал уменьшается.

При $k < k^*$ темп прироста капитала положителен, а при $k > k^*$ – отрицательный.



Состояние устойчивого роста в модели Солоу.

В состоянии равновесия удельный запас капитала *k* и удельный выпуск *q* остаются неизменными.

Следовательно, валовые показатели запаса капитала *K* и выпуска *Q* растут с тем же темпом, что и население.

Состояние экономики, в котором все валовые переменные растут одним темпом, называется *состоянием устойчивого роста.*

Модель Солоу с технологическим прогрессом:

Роберт Солоу рассматривал технологический прогресс, увеличивающий производительность труда:

$$Q = F(K, E \cdot L) \qquad (11)$$

где E – эффективность единицы труда (уровень технологического прогресса).

Технологический прогресс в такой форме напрямую влияет только на производительность труда: с увеличением E меньше труда необходимо для производства того же выпуска с тем же уровнем капитала.

Темп прироста уровня технологического прогресса задан экзогенно и равняется g.

В модели с технологическим прогрессом в качестве удельных величин берут не выпуск и капитал на единицу труда, а выпуск и капитал на единицу эффективного труда:

$$q = \frac{Q}{EL}, \quad k = \frac{K}{EL}$$

Уравнение динамики капитала на единицу эффективного труда:

$$\Delta k = \Delta\left(\frac{K}{EL}\right) = sf(k) - (n + g + \delta) \cdot k \qquad (12)$$

Следовательно, устойчивый уровень капитала определяется уравнением:

$$\Delta k = sf(k) - (n + g + \delta) \cdot k = 0 \Rightarrow sf(k^*) = (n + g + \delta) \cdot k^* \quad (13)$$

Запас капитала на единицу эффективного труда остается постоянным в состоянии сбалансированного роста.

При этом все показатели на единицу труда растут темпом g, а все валовые показатели – темпом $(n + g)$.

С какого бы уровня капитала экономика ни начала, она все равно придет в состояние устойчивого роста. В равновесии темп роста выпуска, капитала и потребления равен ($n + g$), а население растет темпом n.

Таким образом, устойчивый темп роста определяется экзогенно через параметры модели. Поэтому модель Солоу относится к *моделям экзогенного роста*

Норма сбережения не влияет на устойчивый темп роста; она лишь определяет устойчивый уровень капитала на единицу эффективного труда: чем больше s, тем больше k^*.

В то же время, чем больше n, g и δ, тем меньше k^*.

Перед тем, как экономика попадет в состояние устойчивого роста, она проходит через период переходной динамики, в котором темп роста отличаются от устойчивого.

Темп роста капитала на единицу эффективного труда равен:

$$\frac{\Delta k}{k} = s \cdot \left(\frac{f(k)}{k} - \frac{n + g + \delta}{s} \right) \qquad (13)$$

Таким образом, чем больше норма сбережения, тем выше темпы роста в период переходной динамики

3. Оптимальный запас капитала и золотое правило накопления

Основным следствием экономического роста является рост уровня жизни населения. Одним из показателей уровня жизни населения является потребление на душу населения.

В состоянии равновесия потребление на душу населения (единицу эффективного труда) равно:

$$\frac{C}{EL} = (1-s)\cdot f(k^*) = (1-s)\cdot f\left(k^*(s)\right) \qquad (14)$$

Равновесное потребление на душу населения полностью определяется нормой сбережения и равновесным уровнем капитала на единицу эффективного труда.

В то же время равновесный уровень капитала однозначно определяется нормой сбережения (и другими экзогенными параметрами модели). В итоге, равновесное потребление на душу населения является функцией исключительно нормы сбережения.

Вопрос:

при какой норме сбережения (и каком устойчивом уровне капитала на единицу эффективного труда, соответствующем данной норме сбережения) потребление на душу населения в состояние устойчивого роста достигает максимума?

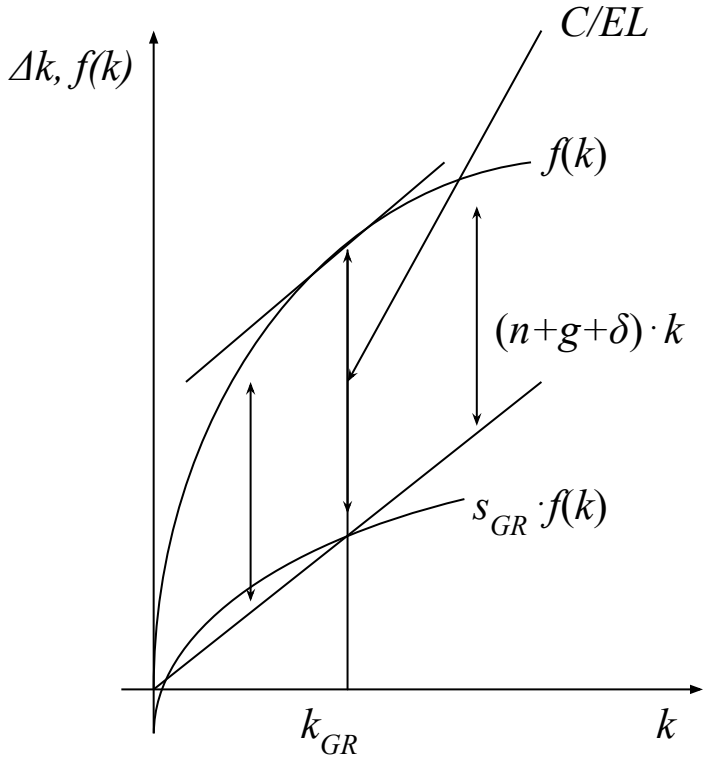
Эту задачу можно формализовать следующим образом:

$$\begin{cases} (1-s)\cdot f(k^*) \to \max\limits_{s,k^*} \\ s.t. \quad sf(k^*) = (n+g+\delta)\cdot k^*. \end{cases} \qquad (15)$$

Решение этой задачи дает *золотое правило* (GR) накопления капитала:

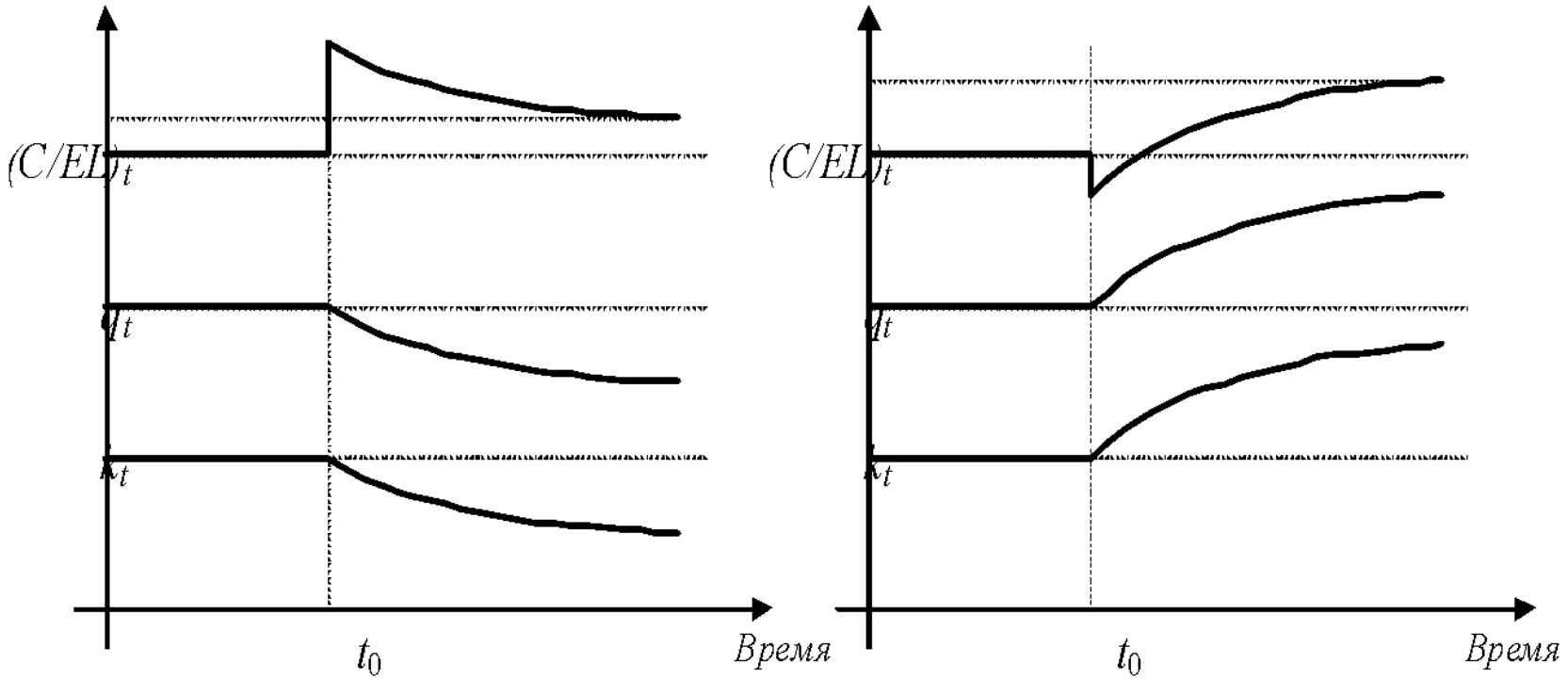
$$\begin{cases} k_{GR}: \quad f'(k_{GR}) = n + g + \delta, \\ s_{GR} = (n + g + \delta)\dfrac{k_{GR}}{f(k_{GR})}. \end{cases} \qquad (16)$$

При норме сбережения равной s_{GR} устойчивый уровень капитала на единицу эффективного труда равен k_{GR}, а потребление на душу населения достигает своего максимума.



Состояние устойчивого роста, соответствующее золотому правилу.

Если норма сбережения отличается от s_{GR}, то государство может поставить цель изменить норму сбережения, чтобы достичь большего темпа роста в состоянии устойчивого роста. Однако переходная динамика будет существенным образом различаться для случаев $s<s_{GR}$ и $s>s_{GR}$



Переходная динамика при изменении нормы сбережения до уровня золотого правила:
случай $s > s_{GR}$, Парето-улучшение и динамическая неэффективность слева; случай $s < s_{GR}$ справа.

При $s>s_{GR}$ первоначальное уменьшение нормы сбережения вызовет скачкообразный рост потребления; затем потребление начнем убывать вместе с выпуском и капиталом до нового равновесного уровня, который, однако, будет больше исходного. В результате, потребление во все моменты времени будет превосходить уровень потребления, соответствующий исходной норме сбережения. Это означает, что подобное изменение нормы сбережения приведет к Парето-улучшению, а исходное состояние было *динамически неэффективным*.

При $s<sGR$ первоначально придется увеличить норму сбережения, что приведет к скачкообразному снижению потребления в первый момент; затем потребление начнет расти вместе с выпуском и капиталом до нового устойчивого уровня, который будет выше исходного уровня.

Тем не менее, первые несколько периодов потребление будет ниже исходного уровня, поэтому подобное изменение нормы сбережения нельзя считать Парето-улучшением, а исходное состояние не может быть названо динамически неэффективным.

Эмпирически большинство стран имеют норму сбережения ниже уровня золотого правила. Поэтому увеличение нормы сбережения может оказаться нежелательным с точки зрения населения, потому что им придется жертвовать сегодняшним потреблением в пользу потребления будущего.